

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-080896  
(43)Date of publication of application : 26.03.1999

(51)Int.Cl.

C22C 38/00  
C21D 6/00  
C22C 38/38

(21)Application number : 09-236632

(71)Applicant : SUMITOMO METAL IND LTD

(22)Date of filing : 02.09.1997

(72)Inventor : MURAI NOBUHIRO

## (54) BEARING ELEMENTAL PART AND PRODUCTION THEREOF

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To produce bearing elemental parts easy to form into a desired shape, furthermore small in a dimensional change and having a long rolling fatigue life and to provide a method for producing the same.

**SOLUTION:** This bearing elemental parts are ones in which the base metal is composed of, by weight, 0.7 to 1.2% C, >1.15 to 2.0% Mn, 0.3 to 1.6% Cr, 0.05 to 1.25% Mo+0.5W, 0 to 0.1% Nb, 0 to 0.2% V, <0.4% Si, ≤0.02% P, ≤0.02% S, >0.01 to 0.04% P+S, >0.0005 to 0.0020% O, and the balance Fe with impurities, the structure after quenching and tempering is composed of martensite, spheroidal carbide and retained austenite, and the area ratio of the retained austenite is regulated to 5 to 15%. As for the method for producing the same, the steel having the above compsn. is formed into parts after spheroidizing, which are heated at 750 to 820° C, are quenched and are furthermore tempered at 100 to 200° C.

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 07.03.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3279230

[Date of registration] 22.02.2002

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right] 22.02.2005

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-80896

(43)公開日 平成11年(1999)3月26日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

C 22 C 38/00  
C 21 D 6/00  
C 22 C 38/38

識別記号

3 0 1

F I

C 22 C 38/00  
C 21 D 6/00  
C 22 C 38/38

3 0 1 Z

K

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 9 頁)

(21)出願番号

特願平9-236632

(22)出願日

平成9年(1997)9月2日

(71)出願人 000002118

住友金属工業株式会社

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号

(72)発明者 村井 哲宏

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号住  
友金属工業株式会社内

(74)代理人 弁理士 森 道雄 (外1名)

(54)【発明の名称】 軸受要素部品及びその製造方法

(57)【要約】

【課題】所望形状への成形が容易で、且つ、寸法変化が小さく、転動疲労寿命の長い軸受要素部品とその製造方法を提供する。

【解決手段】母材が、重量%で、C : 0.7~1.2%、Mn : 1.15超~2.0%、Cr : 0.3~1.6%、Mo+0.5W : 0.05~1.25%、Nb : 0~0.1%、V : 0~0.2%、Si < 0.4%、P ≤ 0.02%、S ≤ 0.02%で、P+S : 0.01超~0.04%、O : 0.0005超~0.0020%、残部Fe及び不純物の鋼で、焼入れ、焼戻し後の組織が、マルテンサイト、球状炭化物及び残留オーステナイトからなり、残留オーステナイトの面積比が5~15%の軸受要素部品。その製造方法は、上記組成の鋼を球状化焼鈍後に部品に成形し、750~820°Cに加熱して焼入れし、更に100~200°Cの温度で焼戻しする。

受鋼が、例えば、特開平2-30733号公報、特開平6-264186号公報、特開昭61-272349号公報や特開平1-306542号公報などに提案されている。

**【0006】**特開平2-30733号公報には、重量%で、1.0~2.0%のNi、1.0~2.0%のSiを含有させ、更に、不純物元素であるPとSを重量%で、0.015~0.040%に制御して、転動疲労寿命を向上させた「高炭素クロム系軸受鋼」が開示されている。

**【0007】**しかしながら、前記公報で提案された軸受鋼には、SiとNiが重量%で、それぞれ1.0~2.0%も含有されており、特に、Siのこうした多量の添加は冷間鍛造性の著しい劣化を招く。又、1.0~2.0%ものNiの含有は母材コストを大幅に上昇させてしまい、軸受を低成本で製造したいとする産業界の要請に応えることができない。更に、本発明者らが実験したところ、この公報に記載された鋼を母材として軸受要素部品を製造しても、必ずしも長い転動疲労寿命を有する軸受が得られるというものでもなかった。

**【0008】**特開平6-264186号公報には、Mnを重量%で、2.0超~5.0%含有させた「繰り返し応力負荷によるミクロ組織変化の遅延特性に優れた軸受鋼」が開示されている。しかし、Mnを多量に添加した前記公報の提案になる鋼を母材として用いると、焼入れ・焼戻し後に多量のオーステナイトが残留するので、軸受使用時の経時的な寸法変化が大きくなってしまう。更に、軸受要素部品の製造工程である、研削や研磨の仕上げ加工性が劣化するという問題もある。

**【0009】**特開昭61-272349号公報には、重量%で、C:0.8~1.2%、S+P:0.010%以下である高炭素クロム系の「軸受鋼」が提案されている。しかしながら、S+P量の極端な低減は、軸受要素部品の製造工程である研削や研磨の仕上げ加工性が劣化するという問題を有する。

**【0010】**特開平1-306542号公報には、重量%で、O:0.0005%以下、Ti:0.002%以下に規制し、鋼中の「介在物組成を制御した軸受用鋼」が開示されている。しかしながら、介在物組成を制御する目的で、特に鋼中のO(酸素)を低減するためには、高価な溶製設備の設置や従来設備の大幅な改造、更には特殊な技術が必要であり、母材コストが嵩んでしまう。

**【0011】**

**【発明が解決しようとする課題】**本発明は、所望形状への成形が容易で、且つ、使用中の寸法変化が小さく、転動疲労による破損に対して優れた耐久性を有する軸受要素部品とその製造方法を提供することを目的とする。

**【0012】**

**【課題を解決するための手段】**本発明の要旨は、下記(1)に示す軸受要素部品及び(2)に示すその製造方

### 【特許請求の範囲】

**【請求項1】**母材が、重量%で、C:0.7~1.2%、Mn:1.15%を超える2.0%以下、Cr:0.3~1.6%、Mo+0.5W:0.05~1.25%、Nb:0~0.1%、V:0~0.2%、Si:0.4%未満、P:0.02%以下、S:0.02%以下で、且つP+S:0.01%を超える0.04%以下、O:0.0005%を超える0.0020%以下、残部Fe及び不可避不純物の化学組成の鋼で、焼入れ、焼戻し後の組織が、マルテンサイト、球状炭化物及び残留オーステナイトからなり、且つ、前記残留オーステナイトの面積比が5~15%であることを特徴とする軸受要素部品。

**【請求項2】**請求項1に記載の化学組成の鋼を球状化焼鈍してから部品に成形し、次いで、750~820°Cに加熱して焼入れし、更に、100~200°Cの温度で焼戻して、焼入れ・焼戻し後の組織をマルテンサイト、球状炭化物及び残留オーステナイトで、且つ、前記残留オーステナイトの面積比を5~15%とすることを特徴とする請求項1に記載の軸受要素部品の製造方法。

### 【発明の詳細な説明】

#### 【0001】

**【発明の属する技術分野】**本発明は、軸受要素部品及びその製造方法に関し、より詳しくは、各種の産業機械や自動車などに使用される玉軸受やコロ軸受といった転がり軸受、特に高面圧環境下で使用される転がり軸受の要素部品及びその製造方法に関する。

#### 【0002】

**【従来の技術】**各種の産業機械や自動車などに使用される玉軸受やコロ軸受といった転がり軸受には、高い面圧が繰り返し作用する。そのため、軸受要素部品である「外輪」、「内輪」及びこの両者の間で転がり接触する「玉(ボール)」や「コロ」には、長い転動疲労寿命が必要である。

**【0003】**最近では、エンジンの高出力化や周辺部品の小型化により、転がり軸受の使用環境はますます高面圧化、高温化して過酷なものとなっており、転がり軸受の要素部品には転動疲労に対する一層の長寿命化が要求されている。

**【0004】**上記した軸受要素部品は、従来、JIS G 4805に規格化された高炭素クロム軸受鋼鋼材であるSUJ1~5、なかでもSUJ2を母材(以下、「素材鋼」ともいう)として、熱間圧延などの手段で熱間加工した後に球状化焼鈍し、次いで所望の形状に冷間鍛造で粗成形し、その後焼入れと低温での焼戻しを行い、更に、仕上げ加工としての研削や研磨を施して製造してきた。しかし、上記のJIS規格鋼を母材とした場合には、前記した過酷な軸受使用環境下では、転動疲労による早期破損を生じてしまう。

**【0005】**そのため、JIS規格鋼に代わる新しい軸

法にある。

【0013】(1) 母材が、重量%で、C: 0.7~1.2%、Mn: 1.15%を超える2.0%以下、Cr: 0.3~1.6%、Mo+0.5W: 0.05~1.25%、Nb: 0~0.1%、V: 0~0.2%、Si: 0.4%未満、P: 0.02%以下、S: 0.02%以下で、且つP+S: 0.01%を超える0.04%以下、O: 0.0005%を超える0.0020%以下、残部Fe及び不可避不純物の化学組成の鋼で、焼入れ、焼戻し後の組織が、マルテンサイト、球状炭化物及び残留オーステナイトからなり、且つ、前記残留オーステナイトの面積比が5~15%であることを特徴とする軸受要素部品。

【0014】(2) 上記(1)に記載の化学組成の鋼を球状化焼鈍してから部品に成形し、次いで、750~820°Cに加熱して焼入れし、更に、100~200°Cの温度で焼戻して、焼入れ・焼戻し後の組織をマルテンサイト、球状炭化物及び残留オーステナイトで、且つ、前記残留オーステナイトの面積比を5~15%とすることを特徴とする上記(1)に記載の軸受要素部品の製造方法。

【0015】ここで、「残留オーステナイト」とは焼入れ時に変態せず、しかも焼戻し時に分解しなかったオーステナイトのことを指す。

#### 【0016】

【発明の実施の形態】既に述べたように、軸受要素部品には、主として、焼入れ後に低温で焼戻し処理したJIS規格のSUJ2が使用されてきた。その組織は、焼入れの加熱時に残留した球状炭化物(球状セメンタイト)及びマルテンサイト、並びに前記した残留オーステナイトで構成されている。これらの組織のうち、残留オーステナイトは、転動疲労寿命に大きな影響を及ぼし、その量のある程度までの増加は転動疲労寿命を向上させることが知られている。一方、熱処理17巻4号(1977年)の231~235ページには、残留オーステナイトの量が増加すると、軸受の使用時の寸法変化が大きくなつて円滑な回転運動ができなくなるなど、使用上の問題点が生じることも報告されている。

【0017】本発明者らは、既に述べた目的を達成するために、上記した既知の基礎的な知見をベースに、軸受要素部品の母材となる鋼材の化学組成、並びに軸受要素部品の組織及び熱処理方法について研究を行った結果、下記の知見を得た。

【0018】①特定の成分系の母材からなる軸受要素部品においては、焼入れ、焼戻し後の組織をマルテンサイト、球状炭化物及び残留オーステナイトからなるものとし、且つ、前記残留オーステナイトの面積比を5~15%とした場合に限って、寸法安定性を劣化させることなく、換言すれば、大きな寸法変化をもたらすことなく、転動疲労に対する抵抗性を高めることができる。

【0019】②受要素部品の母材が適正量のMo及び/又はWを含んでおれば転動疲労に対する抵抗性が高まる。

【0020】③残留オーステナイトの面積比が①の範囲にある時、成分元素のうちでも特にMnの含有量を厳密に調整すれば、不純物元素であるP、S及びOの含有量を特別に低減せずとも、転動疲労に対する抵抗性を大きく向上させることができる。

【0021】Mnは、CやNiと同様に、焼入れ、焼戻し後の残留オーステナイトの量(面積比)を増加させる元素であるが、転動疲労寿命の向上は、この残留オーステナイト量の上昇に基づくばかりでなく、Mnそれ自身による効果が大きい。

【0022】本発明者らは、重量%で、C: 1.0%、Si: 0.2%、Cr: 1.0%、Mo+0.5W: 0.07%をベース成分とする鋼を用いて、熱処理条件とMn含有量を種々変化させて、組織がマルテンサイト、球状炭化物及び残留オーステナイトで、且つ、残留オーステナイトの量(面積比)がほぼ等しくなるように調整して、後の実施例で詳述する条件で転動疲労試験を実施した。その結果、Mn含有量が重量%で、1.15%を超えて2.0%までの鋼は、Mn含有量がこの範囲から外れた鋼よりも転動疲労寿命が優れていることが明らかになった。

【0023】④Mn含有量が1.15超~2.0重量%の鋼において、前記①の残留オーステナイト量(面積比)とするには、焼入れのための加熱温度域及び焼戻しの温度域を制御すれば良い。

【0024】本発明は上記の知見に基づいて完成されたものである。

【0025】以下に本発明の各要件について詳しく説明する。なお、成分含有量の「%」は「重量%」を意味する。

【0026】(A) 母材(素材鋼)の化学組成  
C: 0.7~1.2%  
Cは、マルテンサイト、球状炭化物及び残留オーステナイトの混合組織におけるマルテンサイトの硬度を上昇させるとともに、残留オーステナイトの量を適正化して、転動疲労寿命を向上させる作用がある。しかし、Cの含有量が0.7%未満では、添加効果に乏しい。一方、1.2%を超えると、鋼塊鋳造時の冷却中、更には、熱間圧延や熱間鍛造など熱間加工後の鋼片の冷却中に(以下、「鋼塊」、「鋼片」を併せて単に「鋼材」という)、網目状の炭化物(主としてセメンタイト)がオーステナイト粒界に生成してしまう。この網目状炭化物は、鋼材を均熱(ソーキング)したり、焼準したりしても容易に除去できず、最終製品(軸受)の転動疲労寿命を劣化させてしまう。加えて、C含有量が1.2%を超えると、後述の球状化焼鈍における炭化物の球状化が困難となって、製品の転動疲労寿命が劣化してしまう。し

たがって、Cの含有量を0.7～1.2%とした。なお、Cの含有量は0.9～1.1%とすることが好ましい。

**【0027】Mn : 1.15%を超える2.0%以下**  
 Mnは、本発明において極めて重要な元素である。すなわち、Mnは適正量を含有させると、転動疲労に対する抵抗性を高める作用がある。この適正量とは、既に述べた1.15超～2.0%で、これ以下の含有量でも、逆に上回る含有量でも、充分な転動疲労抵抗性が確保できない。更に、Mnの含有量が2.0%を超えると、特に、C含有量が1.1%を超えるような高炭素の鋼の場合、残留オーステナイト量が顕著に多くなり、製品寸法の経時変化が大きくなる。更に、軸受要素部品の製造工程である、研削や研磨の仕上げ加工性が劣化する。このため、Mn含有量を1.15%を超える2.0%以下とした。なお、Mnの好ましい含有量は、1.2～1.9%である。

**【0028】Cr : 0.3～1.6%**

Crは、鋼の焼入れ性を高めて所望の組織となすのに有効な元素である。しかし、その含有量が0.3%未満では添加効果に乏しい。一方、1.6%を超えて含有させてもその効果は飽和してコストが嵩む。更に、炭化物を安定化させてしまうので、均熱処理(ソーキング)を行っても網目状に析出した炭化物を除去できず、このために転動疲労特性の劣化をもたらす場合さえある。したがって、Crの含有量を0.3～1.6%とした。なお、Cr含有量は0.5～1.5%とすることが好ましい。

**【0029】Nb : 0～0.1%**

Nbは添加しなくても良い。添加すれば炭窒化物を形成して焼入れ加熱時のオーステナイト結晶粒の成長を抑制し、焼入れ後の組織を微細化して転動疲労寿命を向上させる作用を有する。この効果を確実に得るには、Nbは0.01%以上の含有量とすることが好ましい。しかし、その含有量が0.1%を超えると、炭窒化物の形成量が多くなりすぎて基地の固溶C量が低下するので、残留オーステナイト量が減少して所望の量を確保できなくなり、却って転動疲労特性の低下を招く。したがって、Nbの含有量を0～0.1%とした。

**【0030】V : 0～0.2%**

Vは添加しなくても良い。添加すれば上記のNbと同様に、炭窒化物を形成して焼入れ加熱時のオーステナイト結晶粒の成長を抑制し、焼入れ後の組織を微細化して転動疲労寿命を向上させる作用を有する。この効果を確実に得るには、Vは0.05%以上の含有量とすることが好ましい。しかし、その含有量が0.2%を超えると、炭窒化物の形成量が多くなりすぎて基地の固溶C量が低下するので、残留オーステナイト量が減少して所望の量を確保できなくなり、却って転動疲労特性の低下を招く。したがって、Vの含有量を0～0.2%とした。

**【0031】Si : 0.4%未満**

Siは基地に固溶して硬度を上昇させ、軸受要素部品の製造工程である冷間鍛造時の変形抵抗を大きくして、冷間鍛造性を低下させてしまう。特に、0.4%以上含有させると、冷間鍛造性の大きな低下をきたして、金型の寿命低下が著しくなる。したがって、Siの含有量を0.4%未満とした。なお、Siの好ましい含有量は、0.3%以下である。

**【0032】P : 0.02%以下**

Pは、鋼の韌性を低下させ、加えて転動疲労寿命を縮めてしまう。特に、その含有量が0.02%を超えると、韌性及び転動疲労特性の劣化が著しい。したがって、P含有量の上限を0.02%とした。なお、Pの含有量は0.015%以下とすることが好ましい。但し、微量のPには、鋼の研削や研磨による仕上げ加工を容易にするという好ましい作用もある。

**【0033】S : 0.02%以下**

Sも鋼の韌性を低下させ、更に転動疲労寿命を縮めてしまう。特に、その含有量が0.02%を超えると、韌性及び転動疲労特性の劣化が著しい。したがって、S含有量の上限を0.02%とした。なお、Sの含有量は0.015%以下とすることが好ましい。但し、微量のSには、鋼の研削や研磨による仕上げ加工を容易にするという好ましい作用もある。

**【0034】P+S : 0.01%を超える0.04%以下**  
 不純物元素としてのPとSの含有量の和であるP+S量は、鋼の韌性や転動疲労寿命に影響を及ぼすばかりでなく、軸受要素部品の製造工程である研削や研磨の仕上げ加工性に影響する。すなわち、この値が0.01%以下になると、研削や研磨の仕上げ加工性が大きく劣化してしまう。一方、0.04%を超えると、韌性及び転動疲労特性の劣化が著しい。したがって、P+Sの量を0.01%を超える0.04%までとした。なお、P+S量は0.01%を超える0.03%までとすることが好ましい。

**【0035】O : 0.0005%を超える0.0020%以下**

Oは、アルミナ系の介在物を形成し、転動疲労特性を低下させてしまう。特に、その含有量が0.0020%を超えると、転動疲労寿命の低下が著しい。一方、O含有量を極めて低くするためには、高価な溶製設備の設置や従来設備の大幅な改造、更には特殊な技術が必要であり、母材コストが嵩んでしまう。通常の技術と設備で低減可能なO含有量は0.0005%を超えるものである。したがって、O含有量を0.0005%を超える0.0020%までとした。なお、O含有量の上限は0.0015%に制限することが好ましい。

**【0036】**上記の化学組成を有する母材(素材鋼)

は、例えば、均熱処理、熱間での圧延又は鍛造を受けた後、球状化焼鈍され、冷間鍛造によって所望の形状に粗成形され、次いで、焼入れと焼戻しを施され、更に、研

削や研磨など機械加工されて所望の精密な要素部品形状に仕上げられる。

**【0037】(B) 焼入れ、焼戻し後の組織**

転がり軸受に長い転動疲労寿命を付与するには、軸受要素部品の素材鋼の化学組成の調整だけでなく、組織を高い接触面圧による塑性変形に耐え得るものとする必要がある。更に、転がり軸受は精密機械部品であるため、寸法安定性に優れた組織とする必要がある。一方、精密な仕上げ加工のためには、焼入れ及び低温での焼戻し後に行う機械加工に際して、被削性の高い組織とすることも必要である。

**【0038】**すなわち、素材鋼の化学組成を厳密に調整し、軸受要素部品の組織を規定することで、精密機械部品である転がり軸受に長い転動疲労寿命を付与できる。

**【0039】**したがって、本発明では、上記(A)の母材の化学組成に加えて、焼入れ、焼戻し後の組織を、マルテンサイト、球状炭化物及び残留オーステナイトの混合組織と規定する。これは、前記(A)に記載した化学組成の母材からなる軸受要素部品においては、焼入れ、焼戻し後の組織をマルテンサイト、球状炭化物及び残留オーステナイトからなるものとし、且つ、前記残留オーステナイトの面積比を5～15%とした場合に限って、寸法安定性を劣化させることなしに、換言すれば、大きな寸法変化をもたらすことなしに、転動疲労に対する抵抗性を高めることができ、更に良好な被削性が得られるからである。

**【0040】**上記の混合組織中、特に、残留オーステナイトの量(面積比)のみ厳密に規定したのは、残留オーステナイトの面積比が5%を下回ると転動疲労寿命の低下が著しく、一方、15%を超えると大きな経時的寸法変化を生じ、JIS規格の寸法公差を超してしまうからである。

**【0041】**なお、マルテンサイトと球状炭化物の量(面積比)に関しては、特に制限する必要はない。

**【0042】(C) 热處理**

球状化焼鈍は、軸受要素部品の製造工程である冷間鍛造における冷間鍛造性や、精密仕上げのための機械加工時の被削性を確保するのに不可欠の処理である。この球状化焼鈍には特に制限はなく、通常の方法によるもので良い。

**【0043】**焼入れの加熱温度は、750～820°Cとする必要がある。焼入れ加熱温度が750°Cを下回ると、焼入れ前組織(球状化焼鈍後の組織)中のフェライトが基地に残留するため、(B)項で述べた所望の組織とならず、転動疲労寿命が著しく低下する。一方、焼入れ加熱温度が820°Cを超えると、焼入れ前組織中の球状炭化物の基地への固溶が多くなりすぎ、固溶C量が増えすぎたため、残留オーステナイトの面積比が(B)で規定した量を大きく上回ってしまう。

**【0044】**焼戻しは100～200°Cの所謂「低温焼戻し」とする必要がある。焼戻し温度が100°C未満では、マルテンサイトの韌性の回復が不十分で衝撃的な強度が低くなってしまう。一方、200°Cを超えると、残留オーステナイトの分解が進み、加えて硬度が低下してしまう。このため、転動疲労寿命が著しく低下してしまう。

**【0045】**

**【実施例】**表1及び表2に示す化学組成の鋼を通常の方法によって150kg真空溶製した。表1における鋼A1～A12は、本発明対象鋼(以下、本発明鋼という)である。一方、表2における鋼B1～C2は成分のいずれかが本発明で規定する範囲から外れた比較鋼である。比較鋼のうち鋼C1はJIS規格のSUJ2に相当するもので、鋼C2は転動疲労寿命が長いといわれている高Si-高Niの従来鋼である。

**【0046】**

**【表1】**

表 1

区 分	鋼	化 学 組 成 (重量%)								残部 : Fe 及び不純物			
		C	Mn	Cr	Mo + 0.5W	Nb	V	Si	P	S	P+S	O	Ni
本 発 明 鋼	A1	0.72	1.80	1.35	0.20	-	-	0.25	0.018	0.018	0.037	0.0015	-
	A2	1.18	1.54	0.78	0.19	-	-	0.28	0.010	0.006	0.016	0.0010	-
	A3	1.05	1.98	0.32	0.19	-	-	0.38	0.006	0.018	0.024	0.0006	-
	A4	1.05	1.90	1.36	0.21	-	-	0.25	0.007	0.014	0.021	0.0009	-
	A5	1.08	1.18	1.53	0.19	-	-	0.03	0.018	0.006	0.024	0.0019	-
	A6	0.95	1.83	0.57	0.075	-	-	0.15	0.005	0.006	0.011	0.0008	-
	A7	1.06	1.86	1.02	0.20	0.061	-	0.25	0.008	0.010	0.018	0.0010	-
	A8	1.05	1.85	0.98	0.20	-	0.18	0.25	0.016	0.015	0.031	0.0008	-
	A9	1.06	1.80	1.04	0.21	0.012	0.06	0.18	0.007	0.008	0.015	0.0009	-
	A10	1.08	1.80	1.34	0.91	-	-	0.24	0.006	0.015	0.021	0.0009	-
	A11	1.05	1.89	1.34	0.235	-	-	0.24	0.006	0.014	0.020	0.0010	-
	A12	1.06	1.90	1.35	1.125	-	-	0.23	0.007	0.015	0.022	0.0010	-

【0047】

\* \* 【表2】  
表 2

区 分	鋼	化 学 組 成 (重量%)								残部 : Fe 及び不純物			
		C	Mn	Cr	Mo + 0.5W	Nb	V	Si	P	S	P+S	O	Ni
比 較 鋼	B1	*0.65	1.78	1.38	0.20	-	-	0.25	0.009	0.006	0.015	0.0013	-
	B2	*1.26	1.59	0.78	0.19	-	-	0.26	0.009	0.005	0.014	0.0010	-
	B3	1.05	*2.51	*0.21	0.20	-	-	0.24	0.010	0.007	0.017	0.0009	-
	B4	0.98	*1.09	*1.68	0.21	-	-	0.27	0.011	0.008	0.019	0.0008	-
	B5	1.05	1.79	1.36	0.075	-	-	0.25	*0.025	*0.030	*0.055	*0.0023	-
	B6	1.05	1.89	1.35	0.20	*0.105	*0.22	0.25	0.009	0.005	0.014	0.0008	-
	B7	1.03	1.84	1.37	0.19	*0.108	-	0.28	0.010	0.005	0.015	0.0009	-
	B8	1.02	1.87	1.40	0.20	-	*0.25	0.28	0.011	0.006	0.017	0.0010	-
	B9	1.05	1.81	1.35	0.20	-	-	0.26	*0.022	0.008	0.030	0.0011	-
	B10	1.04	1.79	1.36	0.20	-	-	0.24	0.008	*0.025	0.033	0.0009	-
	C1	1.05	*0.43	1.41	* -	-	-	0.25	0.008	0.006	0.014	0.0008	-
	C2	1.03	*0.30	1.40	* -	-	-	*1.35	0.008	0.009	0.017	0.0008	*1.95

\*印は本発明で規定する範囲から外れていることを示す。

【0048】次いで、これらの鋼の鋼材を1250°Cで均熱処理した後、通常の方法によって1250~1000°Cの温度域で熱間鍛造し、直径が6.5mmと20mmの丸棒とした。

【0049】更に、通常の方法によって球状化焼純を行い、直径が6.5mmの丸棒からは直径6.0mmで厚さが6mmの、又、直径が20mmの丸棒からは直径11mmで長さが110mmの素形材を切り出した。

【0050】(実施例1) 本発明鋼である鋼A3~A5を母材とする前記の直径が6.0mmと11mmの素形材を、740~860°Cに加熱してから油焼入れし、その後180°Cで2時間の焼戻しを行った。

【0051】上記の熱処理を施した直径6.0mmの素形

材から直径が6.0mmで厚さが5mmの転動疲労試験片を、又、直径11mmの素形材からは図1に示した寸法変化測定用試験片を作製して、それぞれ転動疲労試験と寸法変化試験に供した。

【0052】転動疲労試験は、スラスト型の転動疲労試験機を用いて、最大接触面圧560kgf/mm<sup>2</sup>、回転数1200rpmの負荷条件で行った。【0053】表3に転動疲労試験の詳細条件を示す。なお、転動疲労試験結果は、ワイブル分布確率紙上にプロットし、50%累積破損確率を示すL<sub>50</sub>寿命を「転動疲労寿命」とした。

【0054】

【表3】

最大面圧	560 kgf/mm <sup>2</sup>
回転数	1200 rpm
潤滑油	スピンドル油 #60
相手玉	SUJ2の焼入れ焼戻し玉（最大直径3/8インチ）3個
冷却	無冷却

【0055】一方、寸法変化試験は、前記試験片を150°Cの炉中に2500時間保持し、万能測長機で処理前後の長さを測定して、変化率を求めた。

【0056】又、転動疲労試験片を用いて、通常のX線回折法によってその表面残留オーステナイト量（面積比）を測定した。又、光学顕微鏡観察による組織調査も\*

\*実施した。

【0057】表4に試験結果を示す。なお、表4の組織10に関し、残留オーステナイト以外の部分（面積比）はマルテンサイトと球状炭化物であることを意味する。

【0058】

【表4】

表 4

区分	鋼	焼入れ加熱温度(°C)	残留オーステナイトの面積比(%)	疲労寿命(L <sub>50</sub> )	寸法変化(%)
本	A3	780	7	5.6 × 10 <sup>7</sup>	0.005
本	A3	820	15	7.8 × 10 <sup>7</sup>	0.006
比	A3*	860	* 22	9.0 × 10 <sup>7</sup>	0.016
比	A3*	740	* 4	8.8 × 10 <sup>6</sup>	0.004
本	A4	780	6	6.2 × 10 <sup>7</sup>	0.008
本	A4	820	15	7.3 × 10 <sup>7</sup>	0.004
比	A4*	860	* 21	7.7 × 10 <sup>7</sup>	0.020
比	A4*	740	* 4	9.8 × 10 <sup>6</sup>	0.005
本	A5	780	6	6.6 × 10 <sup>7</sup>	0.008
本	A5	820	10	6.9 × 10 <sup>7</sup>	0.008
比	A5*	860	* 19	7.6 × 10 <sup>7</sup>	0.018
比	A5*	740	* 1	1.1 × 10 <sup>7</sup>	0.005

\*印は本発明で規定する条件から外れていることを示す  
区分欄において、本は本発明例、比は比較例を意味する

【0059】表4から、鋼A3～A5の本発明鋼を母材とする場合であっても、焼入れの加熱温度が本発明の規定から外れたものでは特性が劣っている。すなわち、焼入れ加熱温度が740°Cと低い場合には、残留オーステナイト量が面積比で1～4%しかなく、したがって、転動疲労寿命が短い。一方、焼入れ加熱温度が860°Cと高い場合には、転動疲労寿命は向上しているが、残留オーステナイト量が19～22%と高いために、寸法変化が大きくなっている。

【0060】これに対して、焼入れの加熱温度が本発明で規定した範囲にある780°Cと820°Cで処理した場合には、転動疲労寿命は5.6 × 10<sup>7</sup>以上と長く、寸法変化は0.008%以下と小さい。

【0061】（実施例2）本発明鋼である鋼A1～A12と、比較鋼である鋼B1～C2を母材とする前記の直径が6.0mmと11mmの素形材を、820°Cに加熱してから

油焼入れし、その後180°Cで2時間の焼戻しを行った。

【0062】この後、前記寸法の転動疲労試験片と図1に示した寸法変化測定用試験片を作製して、上記の実施例1と同じ条件で転動疲労試験と寸法変化試験を行った。X線回折法による残留オーステナイト量（面積比）40の測定と、光学顕微鏡観察による組織調査も併せて実施した。

【0063】表5に結果を示す。なお、表5の組織に関し、残留オーステナイト以外の部分（面積比）は鋼B2を除いて、マルテンサイトと球状炭化物であった。一方、鋼B2には球状化していない炭化物も認められた。又、L<sub>50</sub>寿命を「転動疲労寿命」として記載した。

【0064】

【表5】

表 5

区分	鋼	焼入れ加熱 温 度 (℃)	残留オーステナ イトの面積比 (%)	疲労寿命 (L <sub>50</sub> )	寸法変化 (%)
本発明例	A1	820	12	$6.8 \times 10^7$	0.005
	A2	820	13	$6.8 \times 10^7$	0.006
	A3	820	15	$7.8 \times 10^7$	0.006
	A4	820	15	$7.5 \times 10^7$	0.004
	A5	820	10	$6.9 \times 10^7$	0.008
	A6	820	7	$8.3 \times 10^7$	0.006
	A7	820	12	$9.6 \times 10^7$	0.009
	A8	820	14	$9.0 \times 10^7$	0.005
	A9	820	13	$8.7 \times 10^7$	0.006
	A10	820	15	$8.3 \times 10^7$	0.004
	A11	820	15	$7.8 \times 10^7$	0.004
	A12	820	14	$8.0 \times 10^7$	0.004
比較例	*B1	820	7	$1.1 \times 10^7$	0.006
	*B2	820	12	$2.2 \times 10^7$	0.009
	*B3	820	* 22	$4.5 \times 10^7$	0.019
	*B4	820	5	$4.8 \times 10^6$	0.006
	*B5	820	14	$1.1 \times 10^6$	0.009
	*B6	820	* 3	$5.3 \times 10^6$	0.005
	*B7	820	* 4	$4.8 \times 10^7$	0.004
	*B8	820	* 3	$4.2 \times 10^7$	0.009
	*B9	820	13	$1.2 \times 10^7$	0.007
	*B10	820	14	$1.4 \times 10^7$	0.008
	*C1	820	9	$2.0 \times 10^7$	0.005
	*C2	820	14	$4.9 \times 10^7$	0.009

\*印は本発明で規定する条件から外れていることを示す

【0065】本発明鋼を母材とする場合には、いずれも本発明で規定する残留オーステナイト量であり、転動疲労寿命は $6.8 \times 10^7$ 以上で、従来鋼である鋼C1や鋼C2を母材とするものよりも長い。Nb及びVを添加した本発明鋼にあっては、転動疲労寿命が向上する傾向も認められる。更に、本発明鋼を母材とする場合には寸法変化も0.009%以下の小さい値である。

【0066】これに対して、比較鋼である鋼B1～B10を母材とする場合には、本発明鋼を母材とする場合に比べて、転動疲労寿命と寸法安定性のいずれか、あるいは双方が劣る。

【0067】鋼B1は、C含有量が本発明で規定する値よりも低いため、これを母材とした場合には転動疲労寿命が短い。

【0068】鋼B2は、C含有量が本発明で規定する値よりも高く、球状化していない炭化物が存在し、これを母材とした場合には転動疲労寿命が短い。

【0069】鋼B3は、本発明で規定する値よりもMn含

有量が高く、Cr含有量が低い。しかも残留オーステナイト量が22%と大きい。このため、これを母材とした場合には寸法安定性に欠けるとともに転動疲労寿命も短い。

【0070】鋼B4では、逆に本発明で規定する値よりもMn含有量が低く、Cr含有量が高い。このため、これを母材とした場合には転動疲労寿命が短い。

【0071】鋼B5は、本発明で規定する値よりもP、S、P+S及びO含有量が高めである。したがって、これを母材とした場合には転動疲労寿命が短い。

【0072】鋼B6は、本発明で規定する値よりもVとNbの含有量が高い。このため残留オーステナイト量が本発明で規定する値に達せず、これを母材とした場合には転動疲労寿命が短い。

【0073】鋼B7とB8はそれぞれ、本発明で規定する値よりもNbとVの含有量が高く、残留オーステナイト量が本発明で規定する値に達していない。このため、これらの鋼を母材とした場合には転動疲労寿命が短い。

【0074】鋼B9とB10はそれぞれ、本発明で規定する値よりもPとSの含有量が高い。このため、これらの鋼を母材とした場合には転動疲労寿命が短い。

【0075】

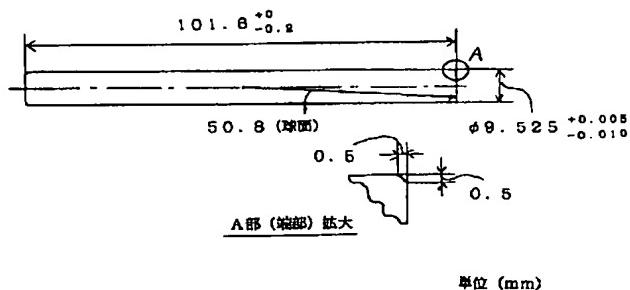
【発明の効果】本発明の軸受要素部品は、所望形状に容易に成形され、且つ、使用中の寸法変化が小さく、転動疲労寿命が長いことから、各種の産業機械や自動車など\*

\*に使用される玉軸受やコロ軸受といった転がり軸受の要素部品として利用することができます。この軸受要素部品は、前述の本発明法によって比較的容易に製造することができます。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施例で使用した寸法変化測定用試験片を示す図である。

【図1】



単位 (mm)